

Рис. 16. Панель конфигуратора ЩМК96, ЩМК120С

Конфигурирование приборов обеспечивается путем:

- настройки схемы подключения прибора;
- программирования коэффициентов трансформации;
- настройки параметров выполнения процесса измерений ПКЭ (настройки величины согласованного напряжения в соответствии с ГОСТ 32144, пороговых значений провалов напряжения и перенапряжений);
- настройки параметров подключения устройства к IP-сети (через Ethernet-порт);
- настройки времени/даты (показаний внутренних часов реального времени) и параметров синхронизации времени устройства по протоколу NTP;
- настройки коммуникационных сервисов.

Панель конфигуратора ЩМК96, ЩМК120С представлена на рис. 16.

В заключение докладчик отметил, что качество выпускаемых изделий и конкурентная цена позволяют ОАО “Электроприбор” сохранять высокие позиции на отечественном рынке электроизмерительных приборов. ОАО “Электроприбор” способно разработать и произвести необходимые рынку приборы, а также готово к реализации намеченных планов инновационного развития.

Панков О.В., руководитель проектов по внедрению интеллектуальных систем и оборудования Компании Антракс сделал доклад на тему “Система мониторинга работы кабельных и воздушных линий КОМОРСАН”. Докладчик отметил, что ООО МНПП “АНТРАКС” – российская научно-производственная компания полного цикла. Компания основана в 1989 году на базе лабораторий двух НИИ: Института радиотехники и электроники РАН (Фрязино) и Московского института электронной техники (Зеленоград). Компания разрабатывает и производит интеллектуальные устройства для энергетики: системы мониторинга и управления воздушными и кабельными сетями; управляющие и измерительные приборы для силового оборудования; представляет широкий спектр инженерных услуг – проектирование, монтаж, пусконаладка, техническое и сервисное обслуживание. Устройства компании установлены в энергосистемах 26 стран мира (Швейцария, Германия, Индонезия, Таиланд, Новая Зеландия, Австралия, Бразилия, Аргентина и т.д.). Опираясь на опыт внедрения разработок компании АНТРАКС в ПАО БЭСК, рассмотрим применение перспективной технологии Smart Grid. Интеллектуальная система управления

воздушными и кабельными сетями является перспективной технологией, входящей в проект организации "умных сетей". Оборудование компании АНТРАКС используется в пилотном проекте Smart Grid в Уфе и при создании систем наблюдаемого РЭСа.

Далее докладчик остановился на причинах аварий воздушных и кабельных линий электропередач. К ним он отнес нарушение изоляции, ошибки персонала, грозовые, ветровые и гололёдные воздействия, механические повреждения, а также динамические и термические перегрузки. В сети 6-35 кВ большая длина линий, неоднородные линии электропередачи (использование разных типов кабеля, переход кабельной линии в воздушную, сочетание различных типов заземления нейтрали), древовидная структура сети, сети не оборудованы средствами мониторинга и автоматизации. Все это приводит к сложности мониторинга ЛЭП и обнаружения аварий (в итоге на КЛ ОЗЗ перерастают в межфазные с повреждением кабеля или оборудования подстанций) и низкой надёжности сетей, а также к большим потерям электроэнергии.

Основные индексы надёжности и качества электроснабжения SAIDI и SAIFI можно улучшить внедрением системы управления воздушными и кабельными линиями (входит в список приоритетных направлений для развития интеллектуальной стратегии развития энергетики в России от Минэнерго). Улучшение ключевых показателей надёжности и качества электроснабжения возможно только путём создания цифровых систем автоматизации и управления в режиме реального времени.

Мониторинг – это процесс непрерывного on-line наблюдения за ВЛ, отметил докладчик, с целью получения своевременной информации о повреждениях и прочих процессах, происходящих в линии. Комплексный мониторинг подразумевает получение информации с различных точек распределительной сети от интеллектуальных индикаторов ИКЗ. Управление осуществляется посредством дооснащения системы дистанционно управляемыми выключателями и разъединителями.

Компания предлагает к применению готовую систему интеллектуального управления воздушно-кабельной распределительной сетью, частично уже внедрённую в ПАО "БЭСК". Система автоматизации воздушно-кабельной распределительной сети КОМОР-САН состоит из устройств, разработанных

с учетом специфики российских распределительных сетей и работающих на линиях с любым типом заземления нейтрали. Система обеспечивает наблюдаемость каждой трансформаторной и распределительной подстанции сети, а также узловых точек воздушной линии электропередачи. Подстанции оснащаются системами телемеханики и мониторинга фидеров с функционалом локализации аварийных процессов. Воздушные линии электропередачи оснащаются дистанционно управляемыми интеллектуальными разъединителями, выключателями и индикаторами короткого замыкания с дистанционной передачей информации в централизованную систему. Далее докладчик отметил, что можно рассматривать две части интеллектуальной системы автоматизации РЭС.

Первая часть – это комплекс мониторинга и управления ВЛ с использованием дистанционно управляемых интеллектуальных разъединителей, выключателей и индикаторов короткого замыкания с дистанционной передачей информации. Вторая часть – это система оснащения подстанций средствами телемеханики и мониторинга фидеров с функционалом локализации аварийных процессов.

Индикаторы короткого замыкания (ИКЗ) представляют собой инновационные средства мониторинга. К этим технологиям относятся: высокоточные чувствительные устройства с определением направления потока мощности и идентификацией события; использование высокой частоты дискретизации и обработки аварийных токов и напряжений даёт возможность распознавания кратковременных самоустраняющихся ОЗЗ; уникальные алгоритмы анализа дают высокую чувствительность к аварийному процессу, позволяя фиксировать аварийные токи от 0,5 А.

В качестве примера докладчик привел индикатор ИКЗ-В34. Он определяет направление протекания тока утечки, работает на линиях с изолированной и компенсированной нейтралью, передает информацию на диспетчерский пункт и в SCADA-систему (в том числе ОИК-Диспетчер), обладает высокой чувствительностью к аварийным токам от 0,5 А, определяет устойчивые и неустойчивые аварийные процессы, включая все виды замыканий на землю, сохраняет в памяти информацию по последним авариям. При этом не требует модернизации и установки дополнительного силового оборудования РП/ТП. Технические

Таблица 1. Технические характеристики индикатора ИКЗ-В34

Диапазон настройки порога срабатывания по току МФЗ	20...1000 А
Минимальная длительность аварийного процесса, необходимая для фиксации МФЗ	20...200 мс
Минимальный ток нулевой последовательности для регистрации ОЗЗ	0,5 А
Время регистрации события	0,5...200 с
Определение направления повреждения	Да
Пульт дистанционного управления	Да
Сброс индикации	По восстановлению линии. По таймеру. Магнитом. Командой с пульта. Командой с сервера.
Настройка	Пульт или с сервера

характеристики индикатора ИКЗ-В34 приведены в таблице 1.

Далее докладчик перешел ко второй части системы – оснащение ПС средствами мониторинга фидеров с функционалом локализации аварийных процессов. Мониторинг фидеров с функционалом локализации аварийных процессов обеспечивает: определение дуговых перемежающихся замыканий на землю; энергонезависимую память и журнал событий; идентификацию 2-х и 3-х фазных КЗ и КЗ через землю с определением направления; идентификацию однофазных замыканий на землю с определением направления процесса, а также осциллографирование и запись аварийного процесса. На основе этих приборов создаются

комплексы мониторинга и управления, осуществляется интеграция с любыми SCADA-системами, происходит интеграция в систему управляемых разъединителей и выключателей на ВЛ и осуществляется управление силовыми выключателями в РП и ТП.

Монитор электрической сети А-СИГНАЛ прост в установке и эксплуатации, индикатор устанавливается на щите релейного отсека ячейки КРУ, датчиками служат штатные трансформаторы тока и напряжения ячейки, он подходит для установки в современные ячейки Siemens, Schneider Electric, ABB без доработки ячеек, а также может выполнять функции контроля и управления высоковольтным выключателем. Монитор регистрирует такие параметры, как: напряжение с точностью 1%, ток фазы с точностью 1%, активную, реактивную и полную мощность с точностью 3%, промышленную частоту с точностью измерения 1%, коэффициент мощности ($\cos\phi$) по трём фазам, направление потокораспределения, минимальные и максимальные значения перетоков. Работает без перенастройки в сетях с любым типом нейтрали. В таблице 2 приведены сравнительные характеристики Монитора А-СИГНАЛ с Siemens FGM и IKI-50.

Связываем обе части в единую систему интеллектуального управления КОМОРСАНом. По данным А-сигнала он показывает (даёт команду на отключение) при повреждённых кабельных линиях, по данным ИКЗ-В показывает повреждённый участок и даёт команду на отключение разъединителям и выключателям участка ВЛ.

Таблица 2. Сравнительные характеристики Монитора А-СИГНАЛ с Siemens FGM и IKI-50

Тип КЗ	Sicam FCM		IKI-50		А-Сигнал	
	КЛ под напряжением	КЛ без напряжения	КЛ под напряжением	КЛ без напряжения	КЛ под напряжением	КЛ без напряжения
Изолированная нейтраль						
2-х и 3-х фазное КЗ с определением направления	–	✓	✓	✓	✓	✓
2-х и 3-х фазное КЗ через землю с определением направления	–	✗	✓	✗	✓	✓
Однофазное замыкание на землю с определением направления	–	✗	✓	✗	✓	✓
Компенсированная нейтраль						
2-х и 3-х фазное КЗ с определением направления	✗	✓	✓	✓	✓	✓
2-х и 3-х фазное КЗ через землю с определением направления	–	✗	✓	✗	✓	✓
Однофазное замыкание на землю с определением направления	✗	✗	✓	✗	✓	✓

Система анализа и управления представляет собой интеллектуальную автоматизированную систему управления с возможностью самостоятельного принятия решений, фиксации и локализации всех типов аварийных процессов, мгновенной передачи информации, использования облачных технологий без необходимости перестройки инфраструктуры сети, а также отказоустойчивости, самодиагностики, контроля ложных срабатываний (рис. 17).

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) КОМОРСАН обеспечивает непрерывный мониторинг и отображение, on-line анализ данных с диагностических приборов, управление переключением потока мощности и самообучаемость. В зависимости от требований конкретной энергосистемы в КОМОРСАН могут входить различные устройства управления и мониторинга состояния сети: топографические и дистанционные средства ОМП, разъединители, выключатели и средства телемеханики, а также датчики тока, напряжения, обледенения, температуры и т.д. Структурная схема ПАК КОМОРСАН представлена на рис. 18.

КОМОРСАН Web-клиент – это ПО для диспетчерского контроля сети, которое обеспечивает: отображение контролируемых параметров линии в реальном времени; параллельное отображение мест расположения устройств на карте и на мнемосхеме; средства геолокации; оповещение диспетческого персонала; анализ происходящих процессов; отображение повреждённого участка линии с учётом топологии; позволяет работать на любых устройствах с современным браузером. Структурная схема КОМОРСАН Web-клиент представлена на рис. 19.

Далее докладчик остановился на целях внедрения системы автоматизации.

К первой цели относится мониторинг сети, обеспечивающий наблюдаемость каждой трансформаторной и распределительной подстанции сети за счёт использования систем телемеханики и мониторинга фидеров с функционалом локализации аварийных процессов.

Ко второй цели относится функциональное управление, обеспечивающее мониторинг и управление узловыми точками воздушной линии электропередачи благодаря оснащению дистанционно управляемыми разъединителями и индикаторами короткого замыкания с передачей информации в централизованную систему.

К третьей цели относится контроль мощности, обеспечивающий возможность контроля передаваемой мощности с помощью on-line анализа состояния всех линий и нагрузки потребителей.



Рис. 17. Оператор за работой



Рис. 18. Структурная схема ПАК КОМОРСАН

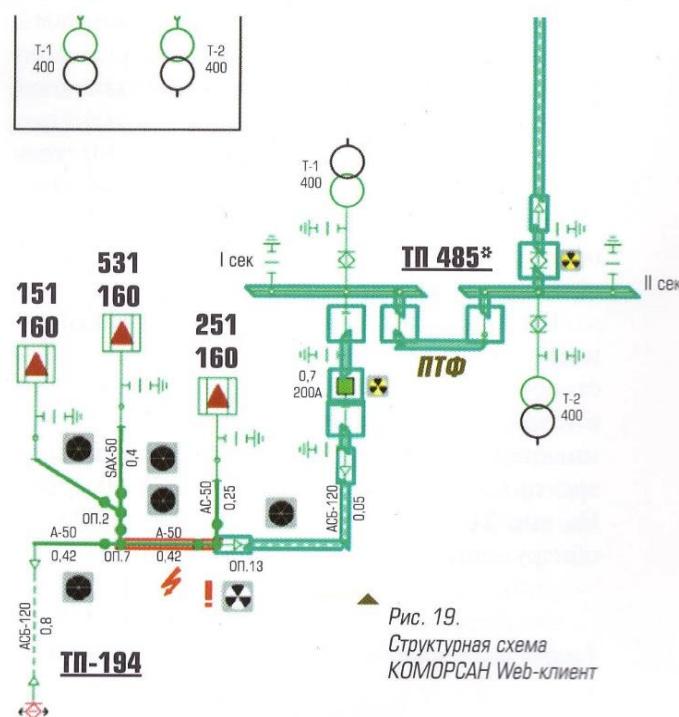


Рис. 19.
Структурная схема
КОМОРСАН Web-клиент

Рис. 20.

Схема управления при аварийной ситуации

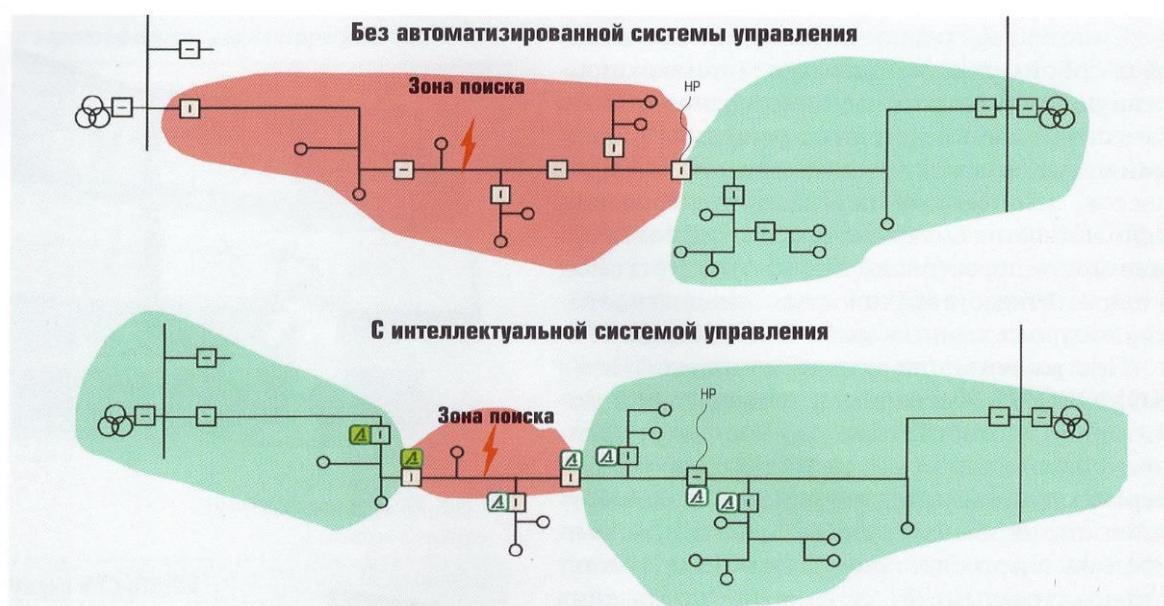


Рис. 21.

Временная
диаграмма обнаружения
и ликвидации аварии

3 мин.	5 мин.	20 мин.	1-50 мин.	30 мин.	5 мин.
Сигнал в ОДС	Оповещение сетевых районов	Выдача нарядов распоряжения	Поиск нарушения	Устранение аварии	Вход в работу

К четвертой цели относится оптимизация работы за счет рекомендаций по оптимальному переключению схемы сети, либо самостоятельной выдачи команд на исполнительные устройства.

Затем докладчик рассмотрел вопросы управления при аварийной ситуации без автоматизированной системы управления и с интеллектуальной системой управления. Схема представлена на рис. 20.

Красное облако – зона поиска аварийной бригадой, зона, где живут отключённые потребители. Без автоматизированной системы управления эта зона существенно больше. При использовании разъединителей или выключателей на второй схеме – индикаторы ИКЗ выделяют аварийный участок, а разъединитель (квадратик с чертой внутри) – отключает его.

Улучшение показателей SAIDI и SAIFI при применении системы автоматизации РЭС приводит к следующим результатам.

Показатель SAIDI снижается до 1 часа (и менее): при возможности переключения восстановление электроснабжения происходит в течение нескольких минут; на отпайках, не имеющих резервного питания, восстановление электроснабжения сокращается до 30-60 минут. На рис. 21 представлена временная диаграмма обнаружения и ликвидации аварии.

Снижается показатель SAIFI – дистанционное управление выключателями и разъединителями даёт возможность существенно сократить количество отключенных потребителей; прогностические функции позволяют заранее выявить развивающиеся неисправности и сократить количество отключений.

В заключение докладчик остановился на эффекте внедрения системы:

- Уменьшение влияния человеческого фактора.
- Улучшение надёжности и безопасности энергосистемы.
- Повышение точности, скорости и качества сбора информации.
- Благодаря прогностическим функциям и возможности самообучения – более точное определение межремонтных периодов и ресурса оборудования.
- Максимальная автоматизация процесса сбора и анализа информации, цифровизация сети.
- Экономический эффект – период окупаемости < 6 лет, норма доходности > 15% (экономический эффект взят из презентации Чистополя по внедрению ИКЗ).

Продолжение следует.

Егоров Александр Александрович – канд. техн. наук, профессор АВН РФ, главный редактор журнала.